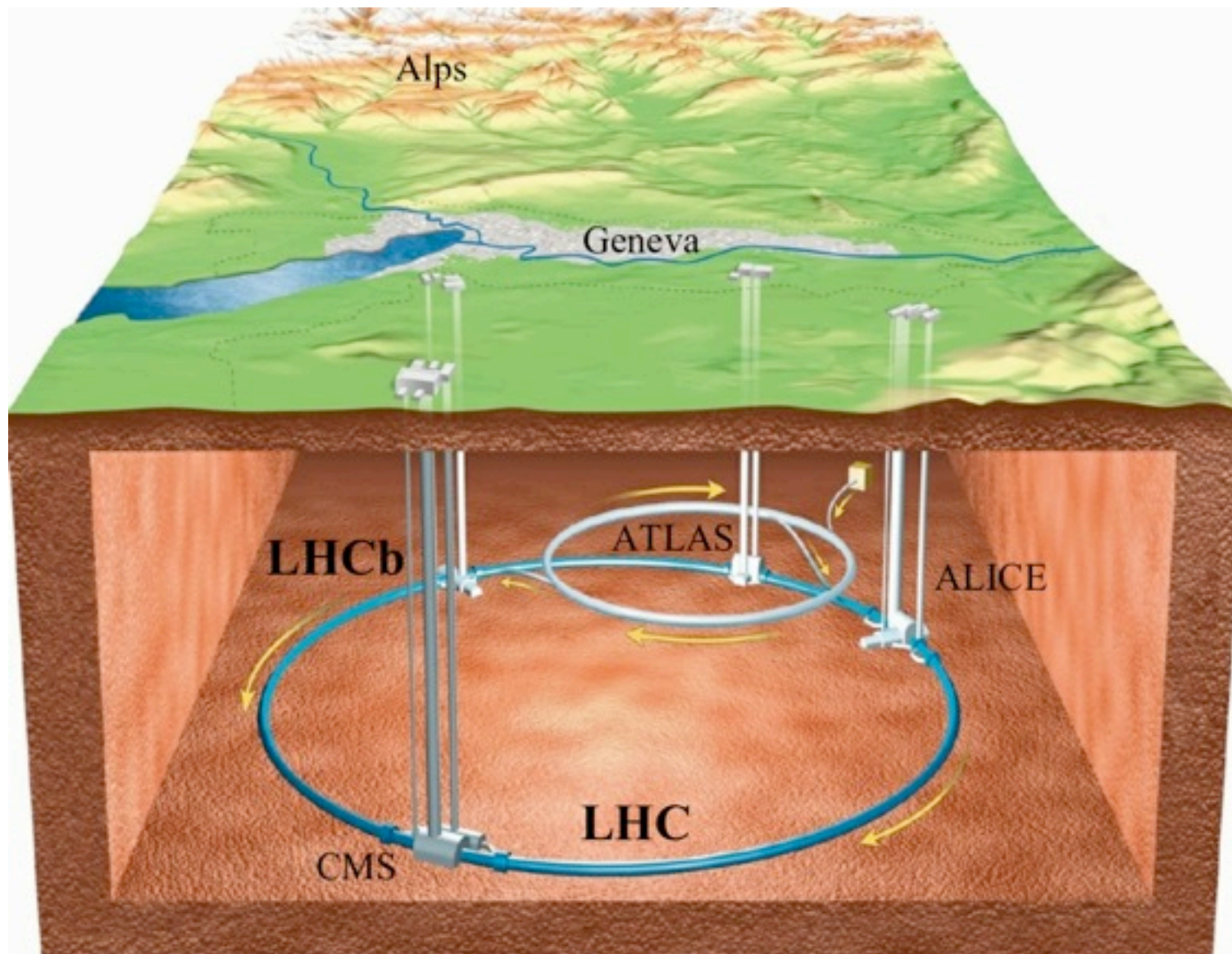


Identificando Jatos do quark b no experimento LHCb

Nina O'Neill - UFRJ
Professor Orientador: Murilo Rangel



O LHC

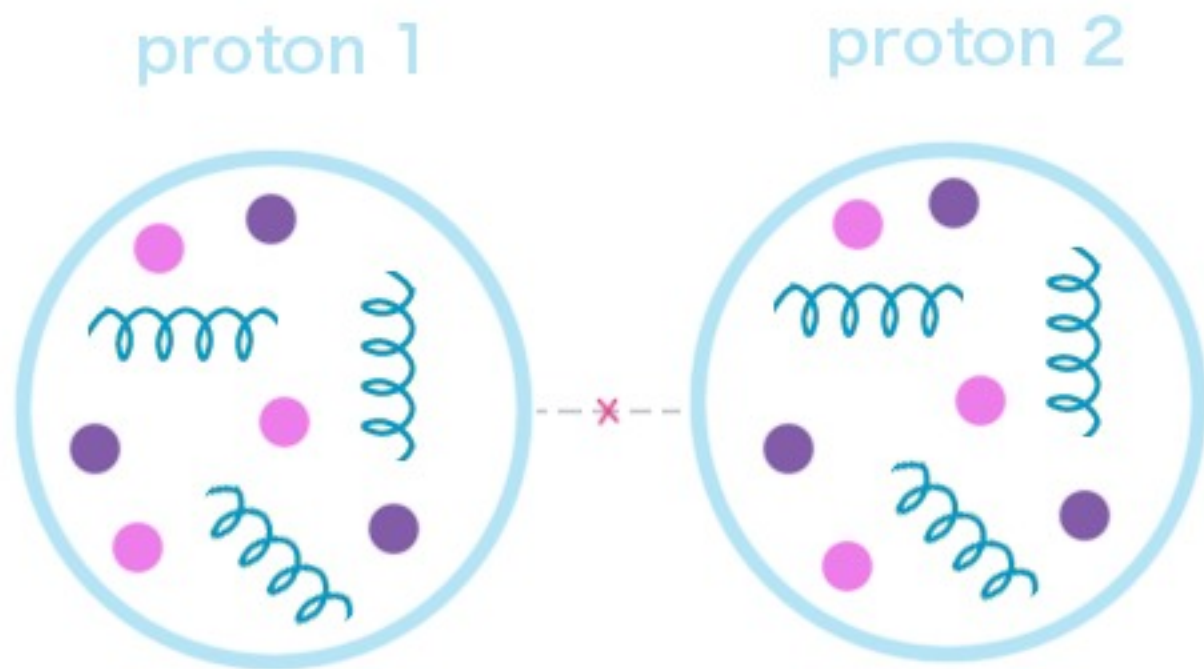


O Large Hadron Collider (LHC) é um gigantesco acelerador de partículas situado próximo a Genebra. Construído em um túnel subterrâneo a aproximadamente 100 m abaixo do nível do solo na fronteira franco-suíça.

$$E_{cm} = 7(8) \text{ TeV}$$

$$\text{Circunferência} = 26,7 \text{ km}$$

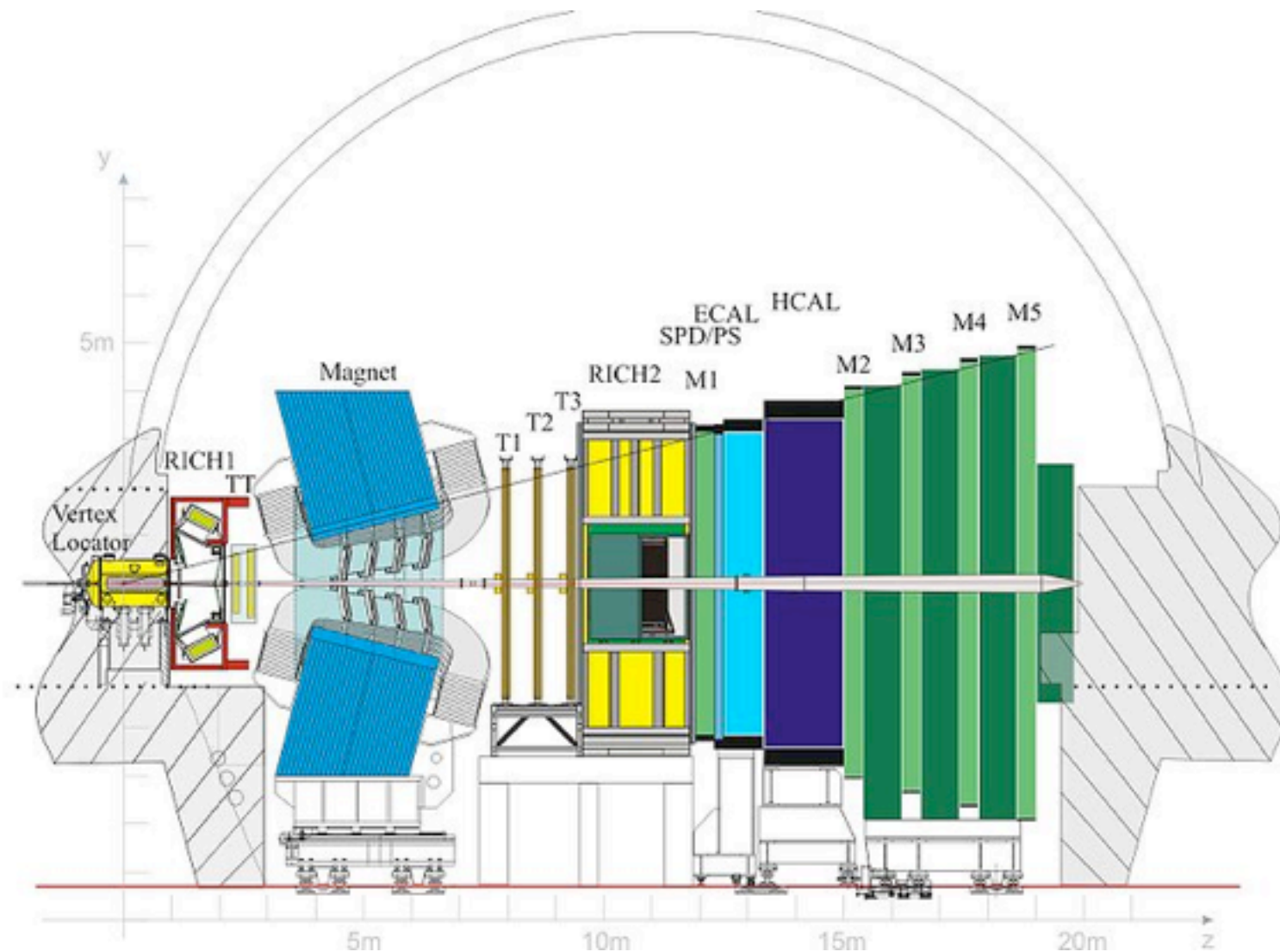
O LHC



Dois feixes de **prótons** ou **íons de chumbo** são acelerados em direções opostas e colocados para colidir um contra o outro. Esse processo libera grandes quantidades de energia, possibilitando a produção de diversas partículas e abrindo caminho para novas descobertas!

O LHCb

O **LHCb** é uma das colaborações que analisam as colisões que ocorrem no LHC. O experimento se especializa em investigar as diferenças entre a matéria e a anti-matéria em decaimentos de hádrons pesados (que contenham um **quark bottom** ou um **quark charm**)

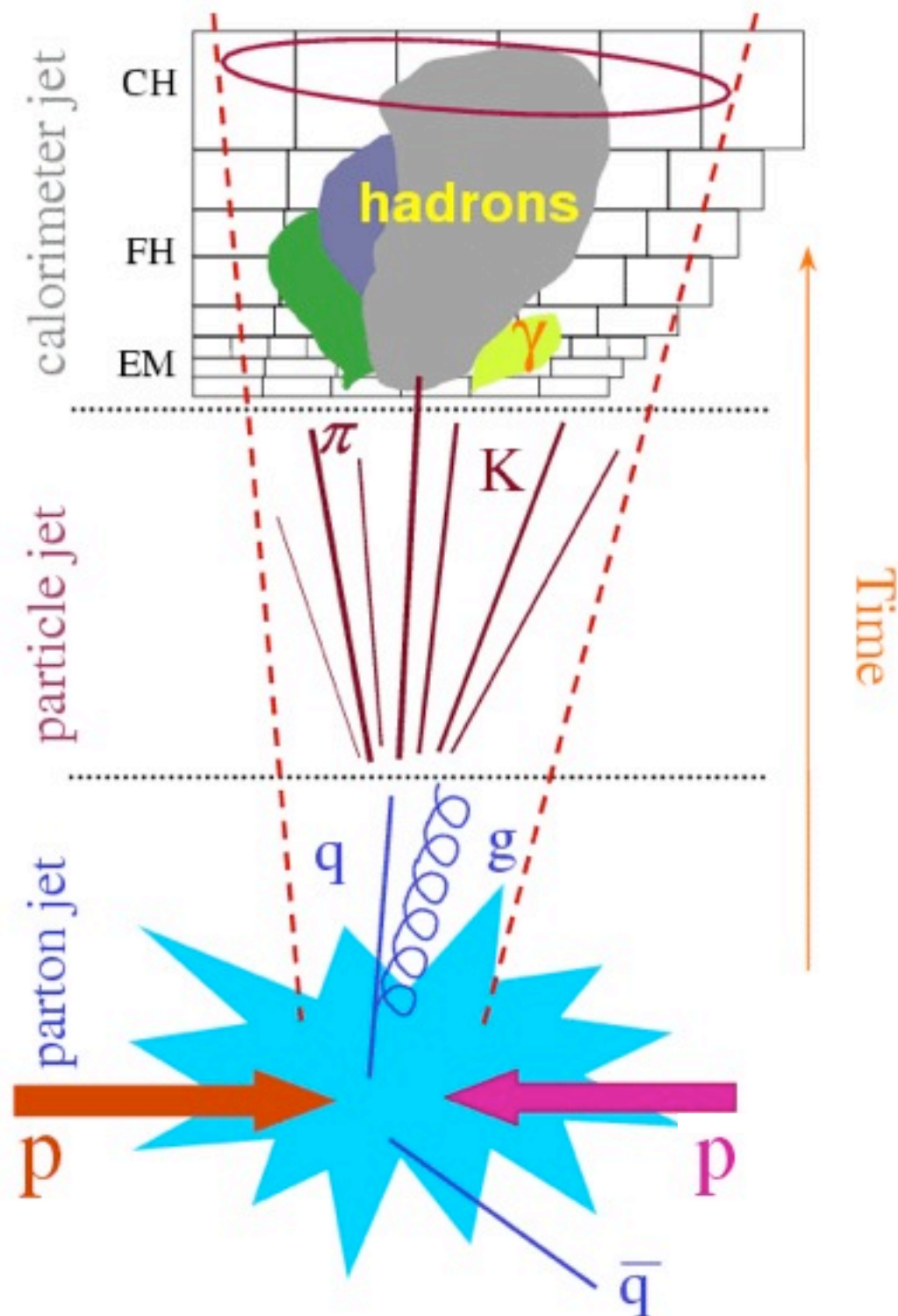


Quarks

○ quark bottom e charm são dois dos seis tipos de quarks observados até hoje. Os quarks são partículas elementares divididas em 6 sabores: up, down, top, charm, strange e bottom.

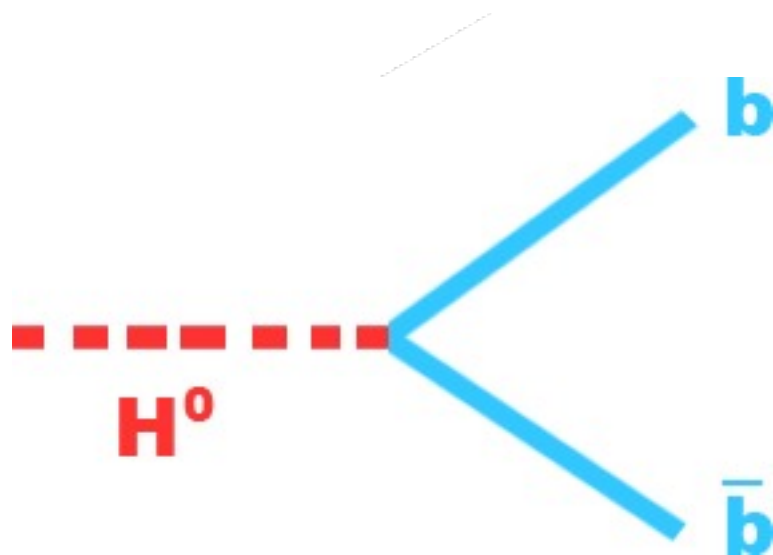
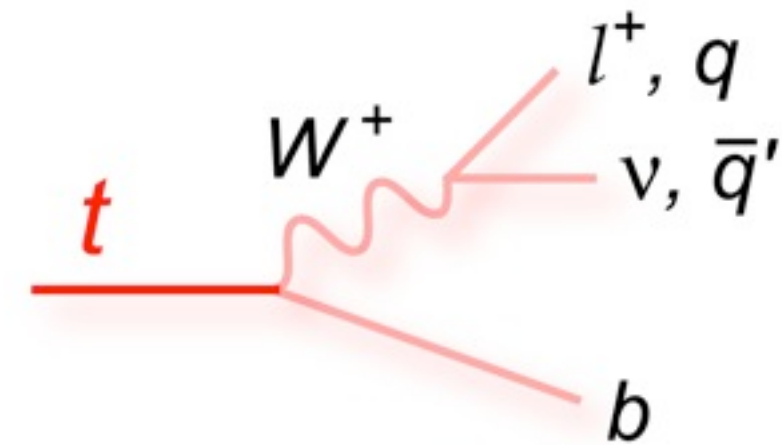
Three Generations of Matter (Fermions)				
	I	II	III	
mass→	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge→	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin→	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name→	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ d down	104 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ s strange	4.2 GeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ b bottom	0 0 1 g gluon
	<2.2 eV 0 $\frac{1}{2}$ ν_e electron neutrino	<0.17 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_μ muon neutrino	<15.5 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_τ tau neutrino	91.2 GeV 0 1 Z weak force
	0.511 MeV -1 $\frac{1}{2}$ e electron	105.7 MeV -1 $\frac{1}{2}$ μ muon	1.777 GeV -1 $\frac{1}{2}$ τ tau	80.4 GeV ± 1 1 W [±] weak force
Leptons				Bosons (Forces)

Jatos



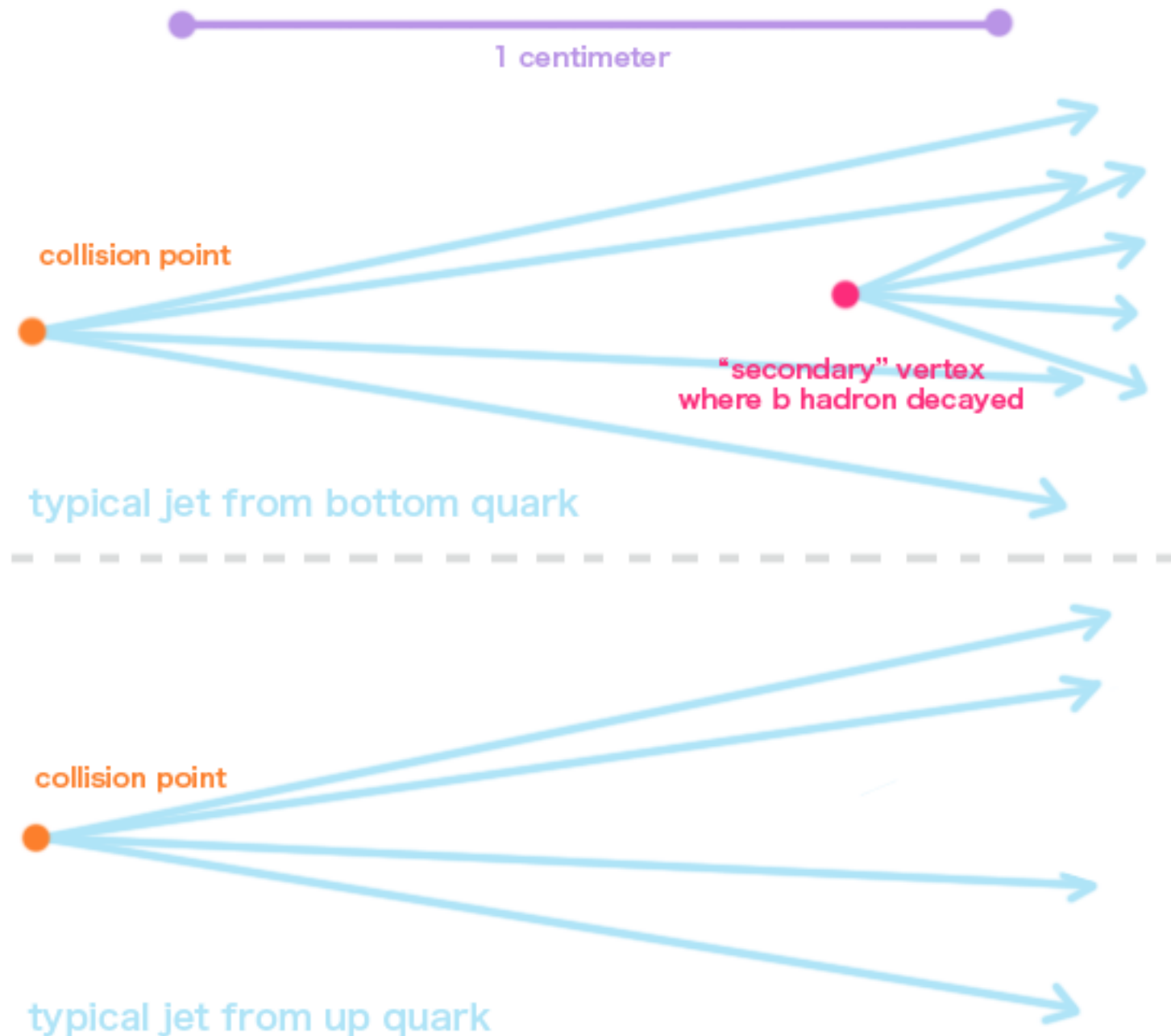
Quarks e glúons são partículas carregadas de cor e portanto não podem ser observadas em estado livre (**confinamento**). Por isso, sofrem um processo chamado **hadronização** que resulta na produção de **jatos** de partículas sem cor.

B-Jets



O estudo de jatos do quark bottom (b-jets) é interessante pois algumas partículas de alta massa, como o **quark top** e o **bóson de Higgs**, decaem em quarks b . Identificar jatos de b pode ajudar na observação do decaimento dessas partículas.

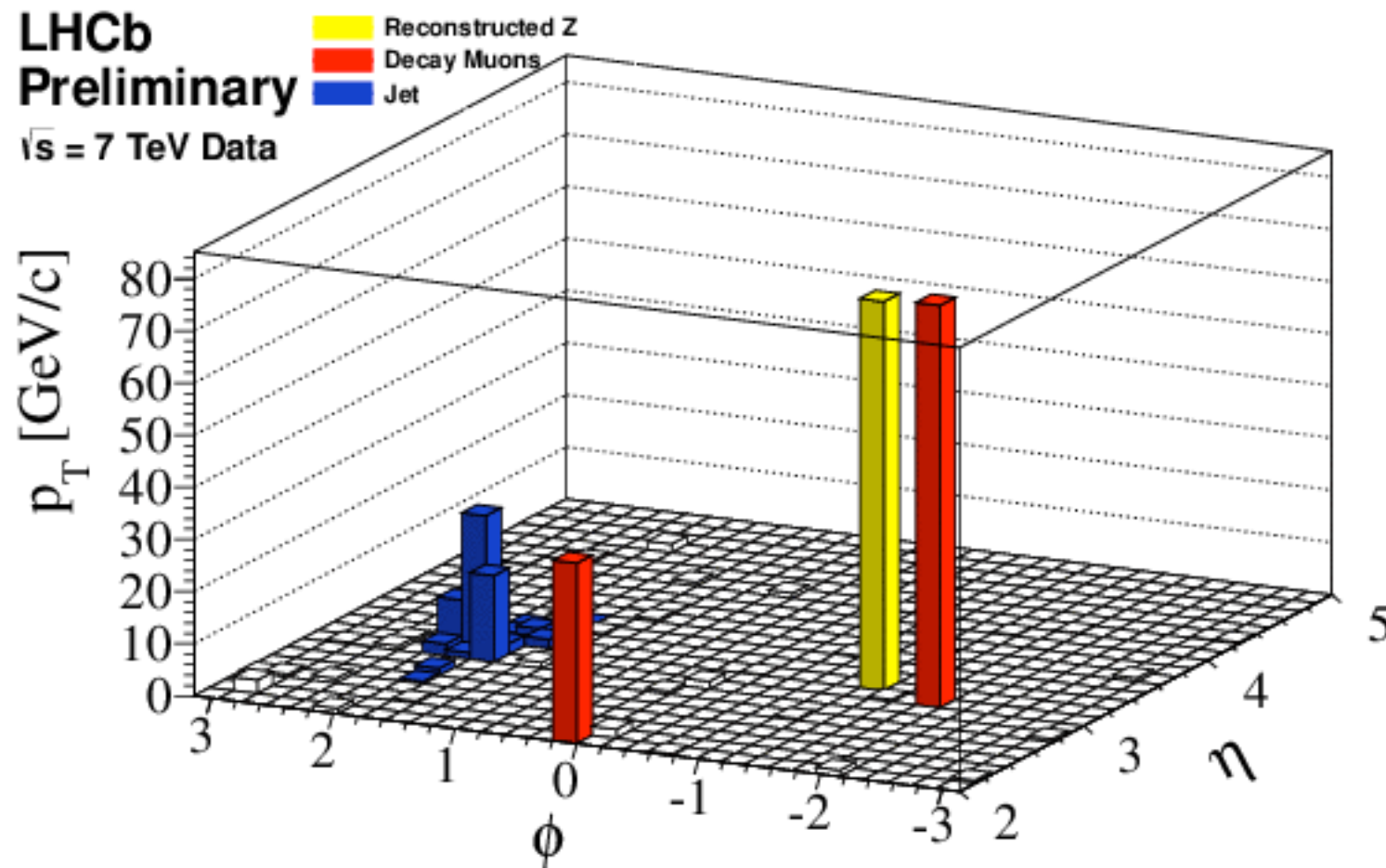
B-Jets



Para isso, estudamos diferenças entre b-jets e outros jatos, como:

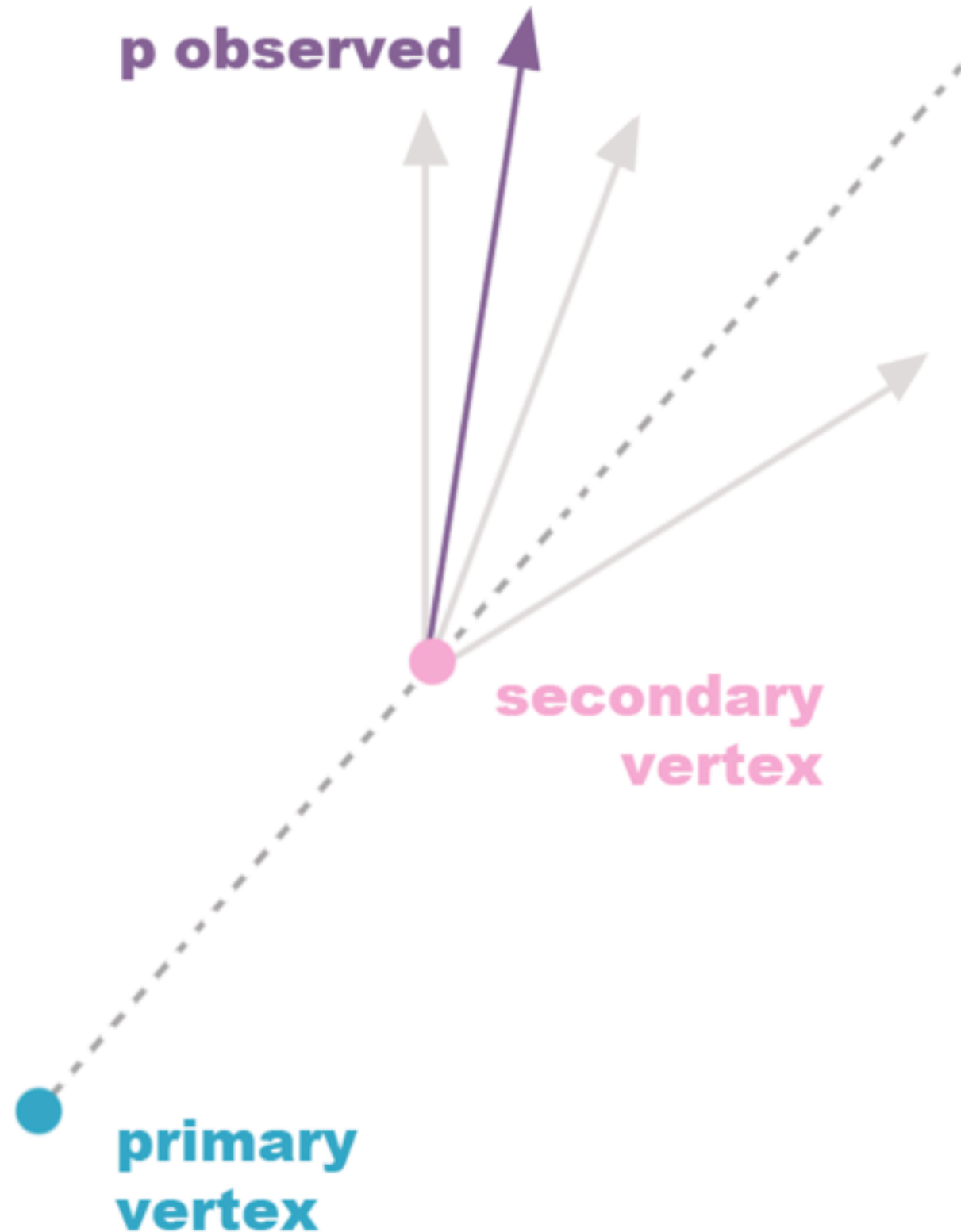
- Presença de **Vértice Secundário**
- Massa do Hádron B ($\sim 5\text{GeV}$)

Jatos no LHCb



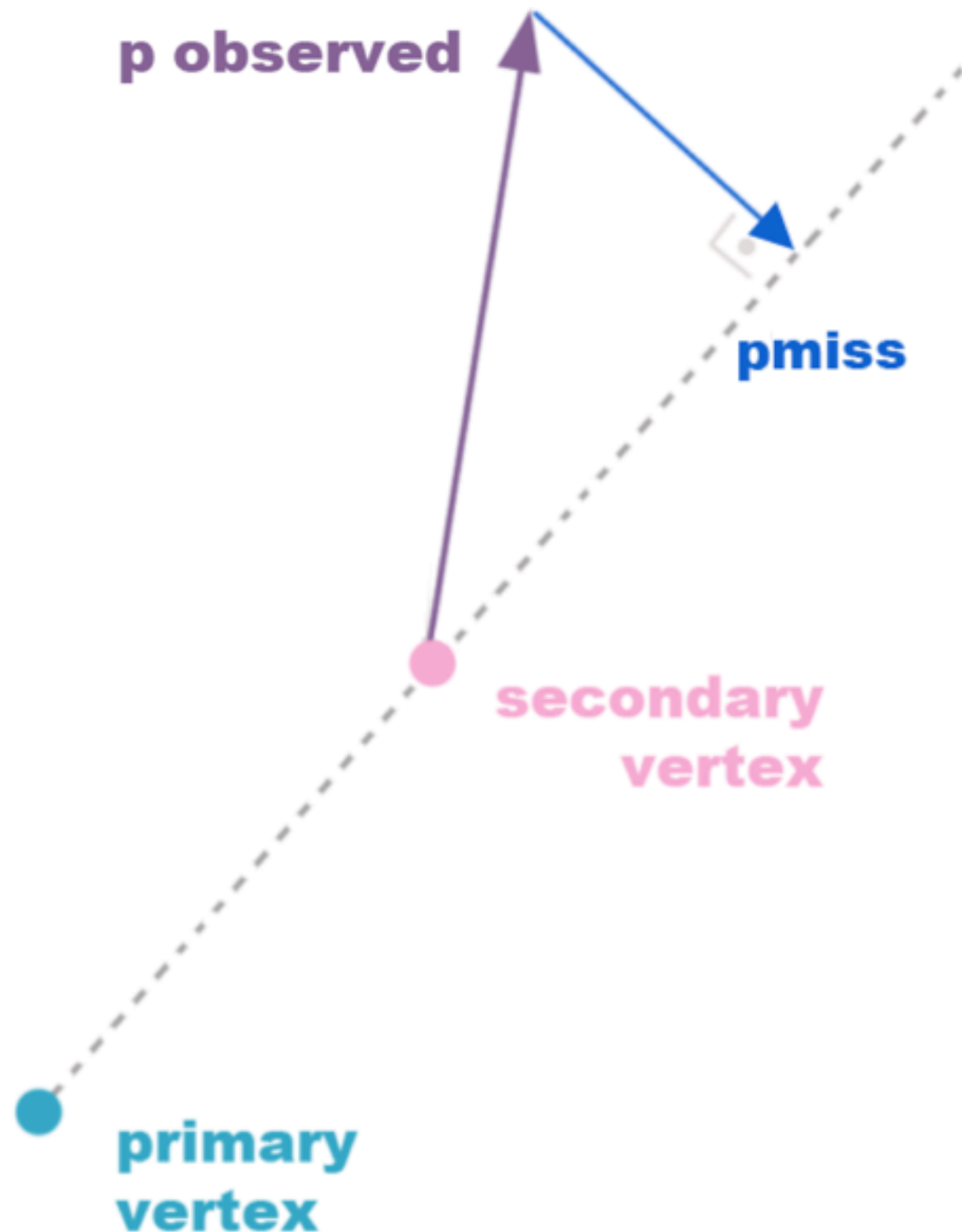
Partículas são detectadas no **calorímetro** e no **detector de traços** do LHCb, possibilitando a reconstrução de jatos. Os jatos reconstruídos são submetidos a diversos critérios de seleção.

B-Tagging no LHCb



Para fazer o **b-tagging**, utilizei um algoritmo implementado na seleção em tempo real (trigger) do LHCb.

B-Tagging no LHCb



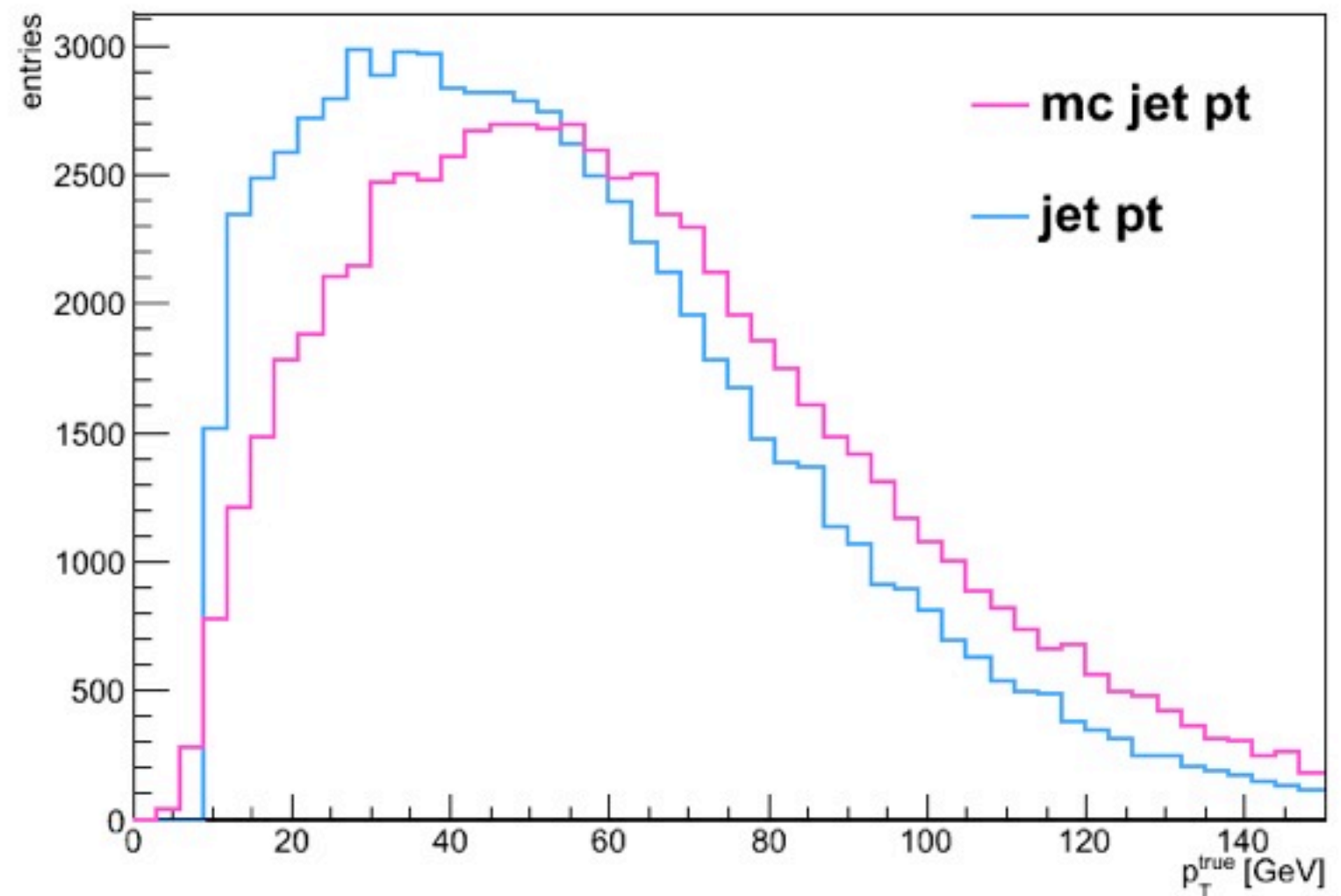
Adicionamos ao p observado uma componente chamada p_{miss} , que visa projetar o p na direção que liga os vértices **primário** e **secundário**.

$$m_{\text{corr}} = \sqrt{m^2 + |pT_{\text{miss}}|^2} + |pT_{\text{miss}}|$$

Amostras de Monte Carlo

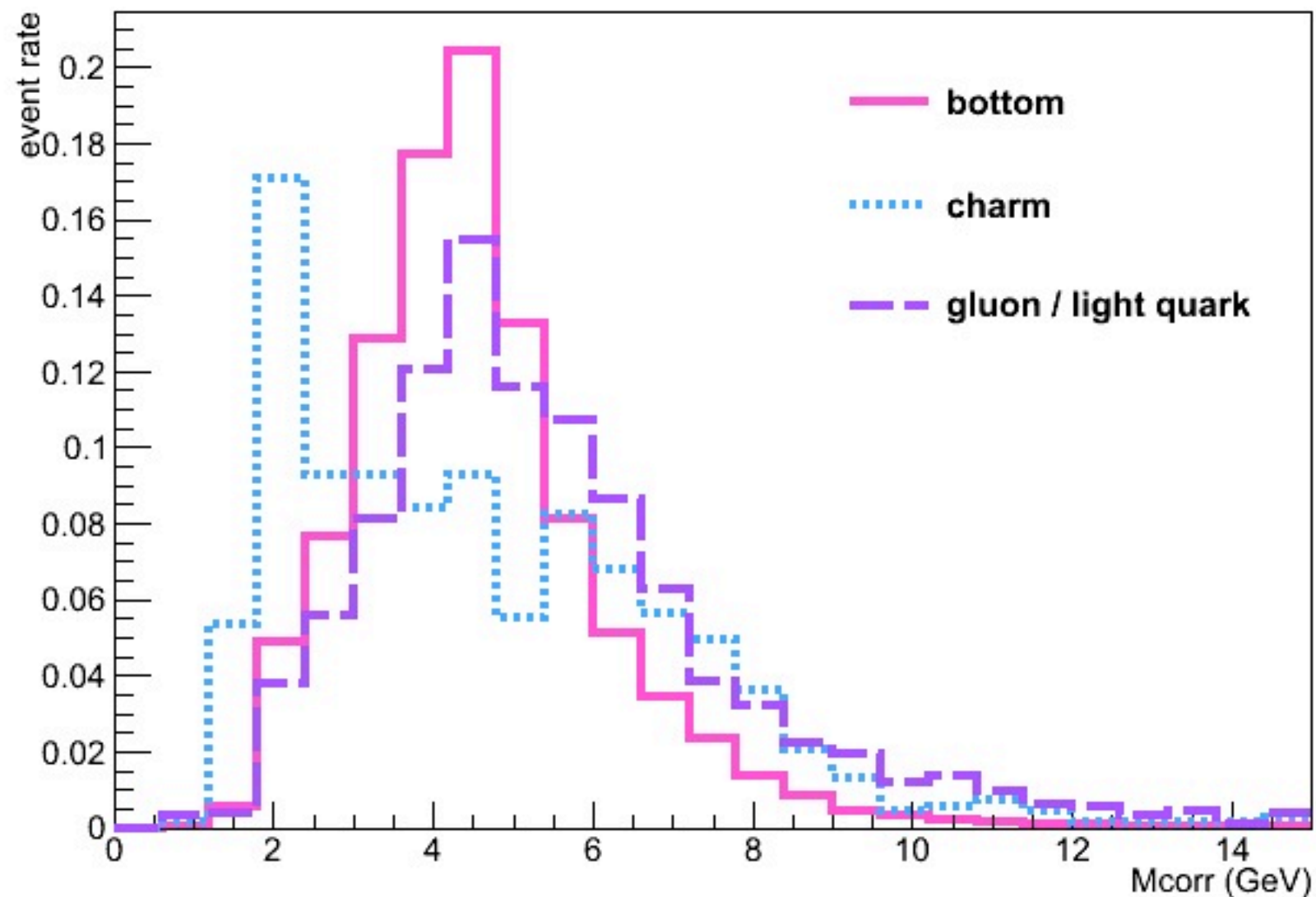
Para melhor entender o comportamento dos jatos, foram usadas 4 amostras de Monte Carlo, simulando:

- Produção de par $b\bar{b}$ (QCD)
- Decaimento de Higgs em $b\bar{b}$
- Produção de quark/gluon associada com Z^0
- Decaimento do top em $b+W$



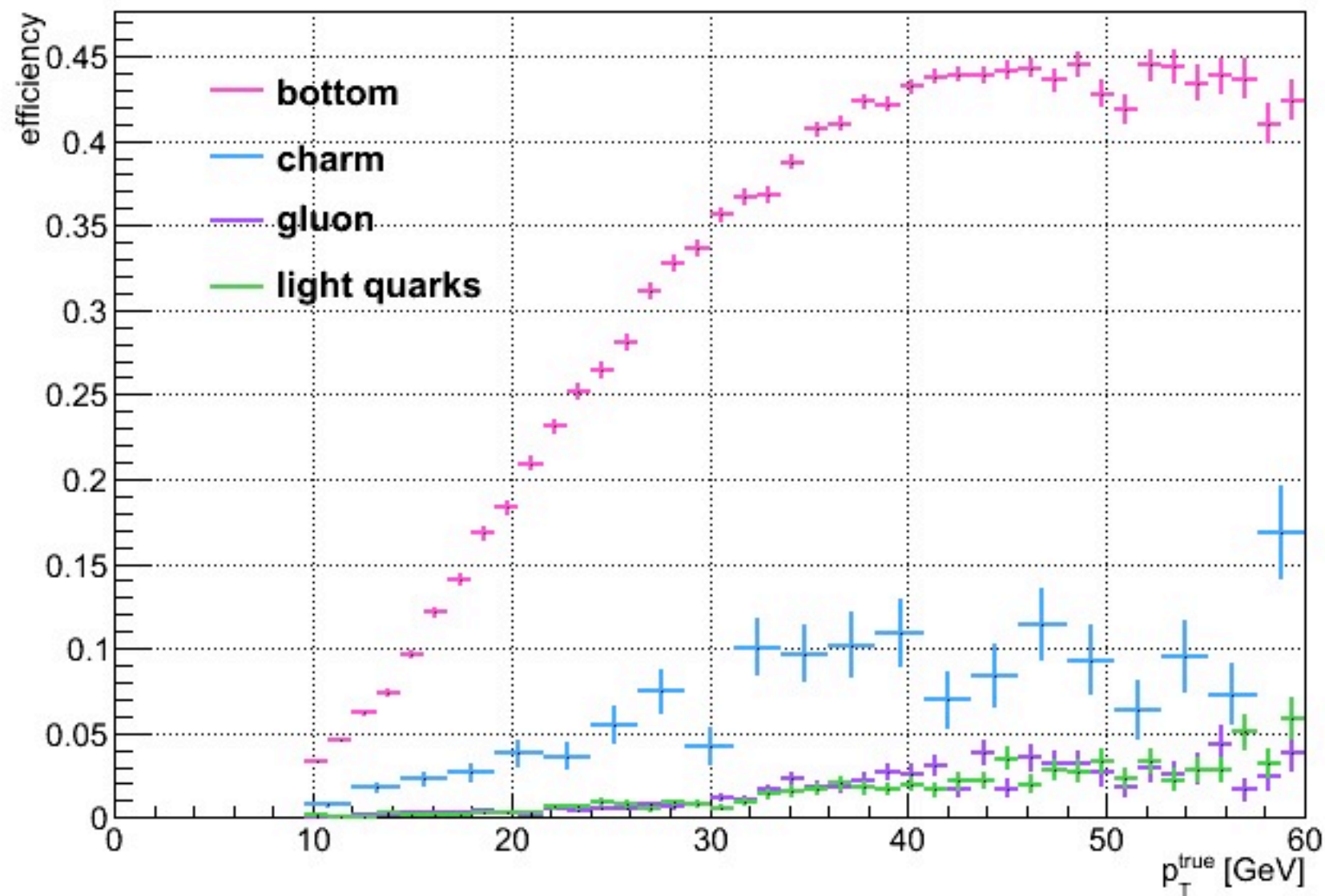
Resultados

Utilizei as amostras de Monte Carlo para estudar as diferenças em massa corrigida entre jatos de diferentes sabores:



Resultados

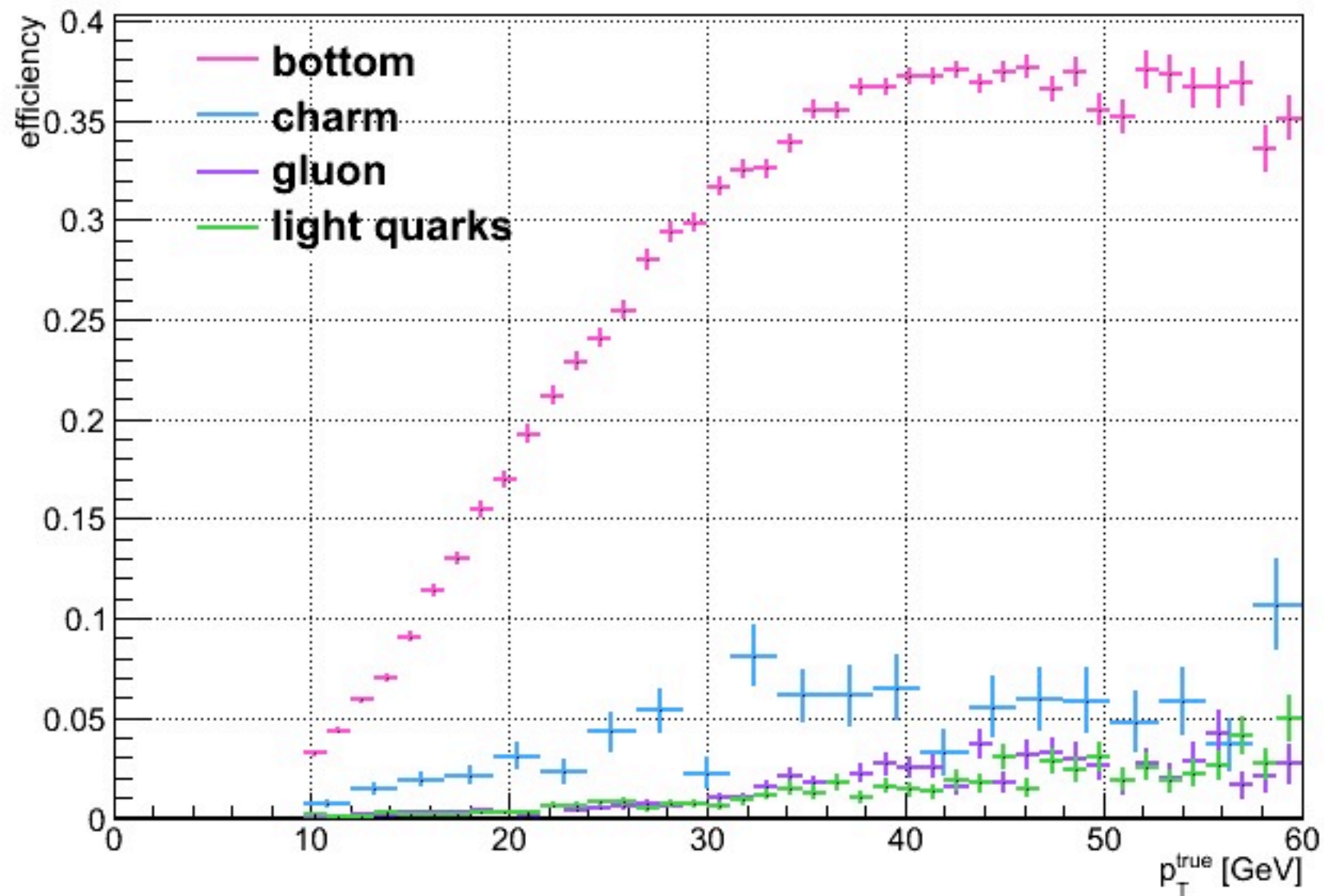
Também estimei a eficiência do B-tagging para cada sabor:
(Eficiência = Eventos reconstruídos / Eventos totais)



$$\sigma_{\epsilon}^2 = \left(\frac{\partial \epsilon}{\partial N_a} \right)^2 \sigma_{N_a}^2 + \left(\frac{\partial \epsilon}{\partial N_r} \right)^2 \sigma_{N_r}^2 = \left(\frac{1}{N} \right) \left(\frac{N_a}{N} \right) \left(\frac{N_r}{N} \right) = \frac{\epsilon(1-\epsilon)}{N}$$

Resultados

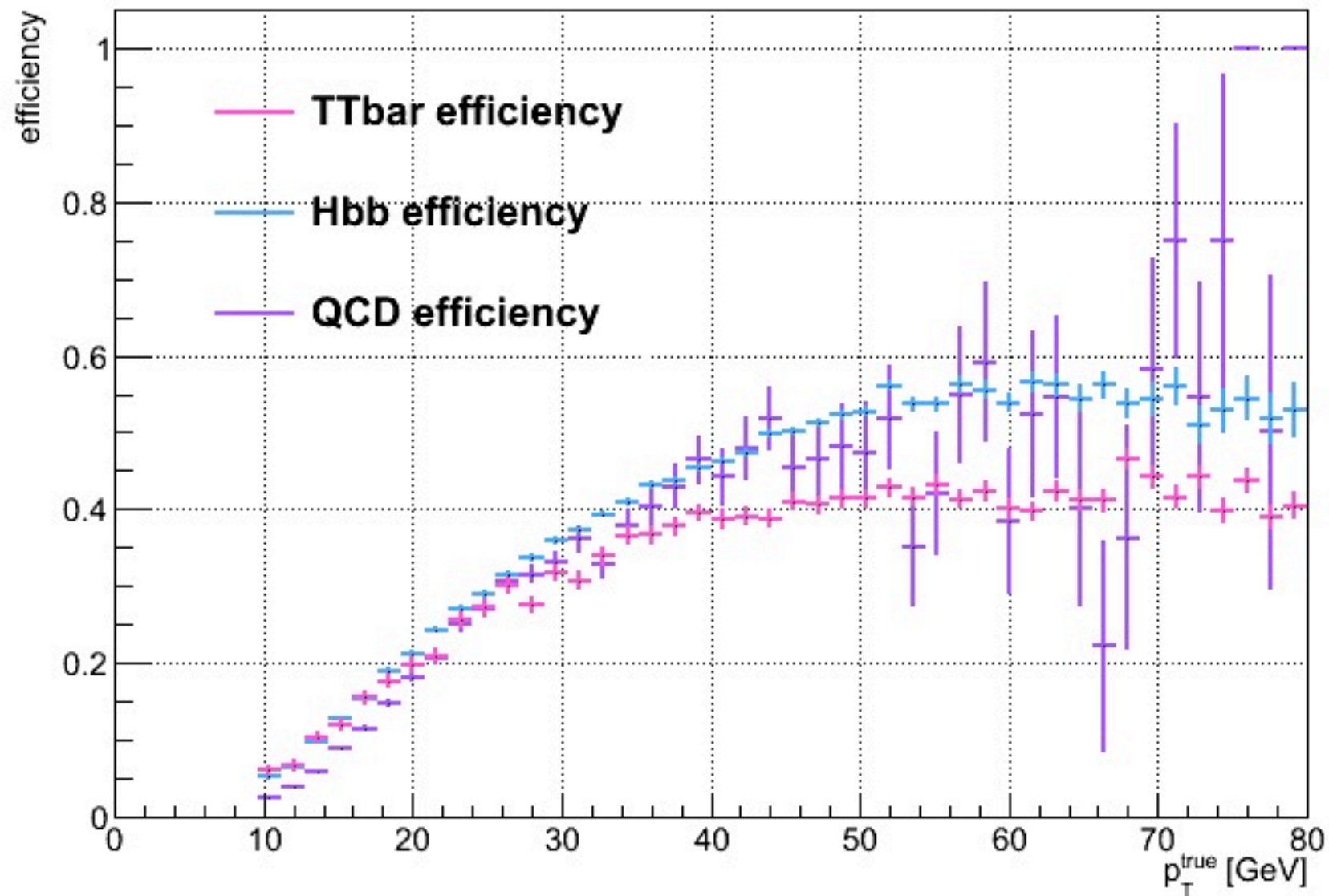
Aplicando um corte em 3 GeV na massa corrigida, obtemos:



Retenção de eventos de b ~ 86%
Retenção de eventos de c ~ 60%

Resultados

É a eficiência do B-tagging para b-jets em processos de física diferentes:



Conclusões

- Aprendi a utilizar um algoritmo para a correção de massa dos candidatos a hádrons de B
- Verifiquei as diferenças entre a massa corrigida de jatos de sabores diferentes
- O método possui uma boa eficiência para jatos de b em relação a jatos de outros sabores
- Observei pequenas diferenças em eficiência para produções diferentes. Deverão ser investigadas.